

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/002712

International filing date: 14 March 2005 (14.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE  
Number: 10 2004 013 624.6  
Filing date: 19 March 2004 (19.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 20 May 2005 (20.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



04 MAY 2005

EP05/2712

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 10 2004 013 624.6  
**Anmeldetag:** 19. März 2004  
**Anmelder/Inhaber:** SB Contractor A/S, Nyborg/DK  
**Erstanmelder:** Svendborg Brakes A/S,  
Vejstrup/DK  
**Bezeichnung:** Verfahren zum Betreiben einer Windenergie-  
anlage und Windenergieanlage  
**IPC:** F 03 D 7/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 28. April 2005  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**

Im Auftrag

  
Faust

# LEINWEBER & ZIMMERMANN

---

PATENTANWÄLTE  
EUROPEAN PATENT ATTORNEYS  
EUROPEAN TRADEMARK ATTORNEYS

Dipl.-Ing. H. Leinweber (1930 - 1976)  
Dipl.-Ing. H. Zimmermann (1962 - 2002)  
Dipl.-Phys. Dr. Jürgen Kraus  
Dipl.-Ing. Thomas Busch  
Dipl.-Phys. Dr. Klaus Seranski

**Rosental 7**  
**D-80331 München**  
TEL +49-89-23 11 24-0  
FAX +49-89-23 11 24-11

den

**19. März 2004**

Unser Zeichen

ksok

**Svendborg Brakes A/S**  
**DK-5882 Vejstrup**

---

## VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER WINDENERGIEANLAGE UND WINDENERGIEANLAGE

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Windenergieanlage, bei dem ein Rotor der Windenergieanlage abgebremst und in einer Soll-Drehstellung bzgl. Drehungen um die Rotorachse arretiert wird sowie eine zum Ausführen derartiger Verfahren betreibbare Windenergieanlage.

Windenergieanlagen bestehen in der Regel aus einem Turm, einer auf dem Turm montierten und um eine etwa vertikal verlaufende Drehachse verdrehbaren Gondel sowie einem um eine üblicherweise etwa in Horizontalrichtung verlaufende Rotorachse drehbar an der Gondel befestigten Rotor.

Der Rotor herkömmlicher Windenergieanlagen umfaßt eine Rotornabe sowie üblicherweise eine Mehrzahl von zwei, drei oder vier Rotorblättern, wobei sich die Rotorblätter ausgehend von der Rotornabe in radialer Richtung bzgl. der Rotorachse erstrecken. Zur Anpassung der Rotoreigenschaften an die jeweils vorherrschenden Windbedingungen sind

die Rotorblätter üblicherweise bzgl. radial zur Rotorachse verlaufenden Drehachsen verdrehbar. Dazu sind in der Rotornabe Hydraulikzylinder und/oder Stellmotoren mit entsprechenden Getrieben angebracht. Diese Stellmotoren sowie dem Rotor nachgeschaltete Getriebe und Generatoren, die ebenfalls üblicherweise auf der Gondel angebracht sind, stellen eine Fehlerquelle während des Betriebs der Windenergieanlage dar. Zur Reparatur und Wartung muß entsprechendes Personal die in oder in der Nähe der Rotornabe angeordneten Anlagenelemente erreichen können. Zu diesem Zweck und zur Vermeidung einer Beschädigung der Windenergieanlage muß der Rotor angehalten und arretiert werden.

Gemäß den einschlägigen Richtlinien zur Zertifizierung von Windenergieanlagen muß die Möglichkeit einer formschlüssigen Arretierung des Rotors vorgesehen sein. Dazu werden üblicherweise Bolzen oder Blockiereinrichtungen verwendet, die in drehfest mit dem Rotor verbundene und üblicherweise coaxial dazu angeordnete Scheiben eingelegt werden. Herkömmliche Arretierungsbolzen sind bzgl. Drehungen um die Rotorachse arretiert und stützen sich in der entsprechenden Drehrichtung auf der Rahmenkonstruktion der Windkraftanlage ab, um so eine formschlüssige Arretierung bzgl. Drehungen um die Rotorachse zusammenwirkend mit den drehfest mit dem Rotor verbundenen Scheiben bewirken zu können. Zum Erreichen einer Arretierungsstellung werden die Bolzen herkömmlicher Arretierungseinrichtungen manuell oder hydraulisch längs der etwa parallel zur Rotorachse verlaufenden Bolzenachse zwischen einer Freigabestellung und einer Arretierungsstellung, in der die Bolzen eine die Scheibe durchsetzende Ausnehmung durchsetzen, verstellt. Zum Erhalt der vorgeschriebenen Arretierung werden die Rotoren der Windkraftanlagen über eine aerodynamische und/oder mechanische Bremse bis zum Stillstand abgebremst. Dann wird der Arretierungsbolzen in die Arretierungsstellung verschoben, in der er die in der Scheibe vorgesehene Ausnehmung durchsetzt. Es hat sich gezeigt, daß die herkömmliche Arretierung nicht ohne Personaleinsatz auf der Gondel erfolgen kann. Dieser Personaleinsatz ist nicht nur mit erhöhten Kosten verbunden, sondern bringt auch ein erhöhtes Risiko für das Wartungspersonal mit sich, welches bei sich drehendem Rotor auf der bei modernen Windenergieanlagen in einer Höhe von 100 m oder mehr angebrachten Gondel der Windenergieanlage abgesetzt werden muß.

Angesichts dieser Probleme im Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein kostengünstiges und mit geringem Risiko ausführbares Verfahren zum Betreiben einer Windenergieanlage bereitzustellen sowie eine entsprechende Windenergieanlage anzugeben.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Weiterbildung herkömmlicher Verfahren zum Betreiben einer Windenergieanlage gelöst, die im wesentlichen dadurch gekennzeichnet ist, daß die Drehstellung des Rotors bzgl. der Rotorachse zumindest in der Soll-Drehstellung erfaßt, der Rotor in der Soll-Drehstellung angehalten und vorzugsweise die Arretierung bei Erreichen der Soll-Drehstellung automatisch eingeleitet wird.

Die Erfindung geht auf die Erkenntnis zurück, daß der Personaleinsatz beim Arretieren von Rotoren herkömmlicher Windenergieanlagen in erster Linie dadurch bedingt ist, daß nach Abbremsen des Rotors die Soll-Drehstellung noch nicht erreicht ist und der Arretierbolzen folglich auch nicht in eine entsprechende Ausnehmung in der Arretierscheibe eingeführt werden kann. Dann muß die Bremsanordnung die Rotorbewegung erneut freigeben. Nach erneutem Abbremsen kann wiederum versucht werden, den Arretierungsbolzen in die Ausnehmung der Arretierungsscheibe einzusetzen. Zur Vermeidung einer großen Anzahl derartiger Versuche ist die fortlaufende Kontrolle des Arretierungsvorgangs durch das Wartungspersonal erforderlich. Bei Ausführung erfindungsgemäßer Verfahren ist der Personaleinsatz bei dem Arretierungsvorgang nicht mehr notwendig, weil die Soll-Drehstellung mit geeigneten Erfassungseinrichtungen automatisch erfaßt wird, der Rotor in dieser Soll-Drehstellung angehalten werden kann und die Arretierung dann sicher und zuverlässig ohne zusätzliche Kontrolle durch Wartungspersonal automatisch erfolgen kann.

Dadurch werden die Kosten für Wartungsarbeiten deutlich reduziert und das Risiko des Wartungspersonals auf das Minimum begrenzt. Dieses Risiko ergibt sich nicht nur durch die sich drehenden Anlagenteile während des Arretierungsvorganges, sondern bereits vorher, wenn das Wartungspersonal mit Hubschraubern auf der Maschinengondel abgesetzt werden muß, weil sich die Windbedingungen schon durch einen leicht drehenden Rotor ständig ändern, wodurch das Anflugmanöver besonders kompliziert wird.

Bei erfindungsgemäßen Verfahren kann die Drehstellung des Rotors in der Soll-Drehstellung besonders einfach erkannt werden, wenn dem Rotor eine sich damit drehende Markierung zugeordnet ist, deren Lage mit einem geeigneten Positionsgeber erfaßt werden kann. Im Hinblick auf die Richtlinien zur Zertifizierung von Windenergieanlagen ist es besonders zweckmäßig, wenn zum Arretieren ein drehfest mit dem Rotor verbundenes Arretierungselement mit einem bzgl. Drehungen um die Rotorachse arretierten weiteren Arretierungselement in Eingriff gebracht wird. Dabei kann das Arretierungselement wie bei her-

kömmlichen Windenergieanlagen eine konzentrisch zur Rotorachse angeordnete und von mindestens einer Ausnehmung durchsetzte Scheibe aufweisen und zum Arretieren das weitere Arretierungselement in Form eines sich etwa parallel zur Rotorachse erstreckenden Arretierungsbolzens etwa parallel zur Rotorachse in die Ausnehmung eingeschoben werden, wobei sich der Arretierbolzen vorzugsweise an einer Rahmenkonstruktion der Windenergieanlage abstützt. Die Bewegung des Arretierbolzens kann elektrisch, elektromechanisch, magnetisch oder pneumatisch bewirkt werden. Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, wenn der Arretierbolzen hydraulisch in die Ausnehmung eingeschoben wird.

Bei der Durchführung erfindungsgemäßer Verfahren hat es sich zur Vermeidung von Beschädigungen der Arretierungseinrichtung und anderer Anlagenteile als besonders sinnvoll erwiesen, wenn der Rotor vorzugsweise aerodynamisch und/oder mechanisch abgebremst und die Bremse gelöst wird, sobald das weitere Arretierungselement in Eingriff gelangt mit dem drehfest mit dem Rotor verbundenen Arretierungselement. Dabei kann die Lage des weiteren Arretierungselementes und/oder des drehfest mit dem Rotor verbundenen Arretierungselementes mit einer geeigneten Positionserfassungseinrichtung erfaßt und der Arretierungsvorgang und/oder der Rotor-Bremsvorgang in Abhängigkeit von der erfaßten Lage gesteuert werden. Als besonders zweckmäßig hat es sich in diesem Zusammenhang erwiesen, wenn die mechanische Bremse freigegeben wird, sobald der Arretierbolzen teilweise in die Arretierscheibe eingefahren ist. Danach kann der Arretierungsbolzen mittels Hydraulikkraft komplett in die Scheibe eingefahren werden. Sobald der Arretierbolzen seine Endlage erreicht hat, wird über die beispielsweise in Form eines Positionsschalters verwirklichte Positionserfassungseinrichtung die Endlage des Bolzens erfaßt und der Prozeß als abgeschlossen an eine zentrale Steuereinrichtung gemeldet. Zur Erleichterung des Einschubens des Arretierbolzens in die drehfest mit dem Rotor verbundene Scheibe kann der Bolzen an seiner bei der Einschubbewegung der Scheibe zugewandten Stirnfläche einen sich in Richtung auf diese Stirnfläche konisch verjüngenden Querschnitt aufweisen. Erfindungsgemäße Verfahren können vollautomatisch ausgeführt werden, wenn der Bremsvorgang und der Arretierungsvorgang von einer zentralen Steuereinrichtung gesteuert werden, welche ggf. über ein drahtlos übertragenes Befehlssignal angesteuert wird.

Wie der vorstehenden Erläuterung erfindungsgemäßer Verfahren zu entnehmen ist, zeichnet sich eine erfindungsgemäße Windenergieanlage im wesentlichen dadurch aus, daß dem Rotor eine Erfassungseinrichtung zum Erfassen des Erreichens einer Soll-Drehstellung und zum Erzeugen eines entsprechenden Erfassungssignals zugeordnet ist und

der Rotor ansprechend auf das Erfassungssignal bei Erreichen der Soll-Drehstellung automatisch arretierbar ist.

Nachstehend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnung, auf die hinsichtlich aller erfindungswesentlichen und in der Beschreibung nicht näher herausgestellten Einzelheiten ausdrücklich verwiesen wird, erläutert.

Die einzige Figur der Zeichnung zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Windenergieanlage.

Die in der Zeichnung dargestellte Windenergieanlage umfaßt einen insgesamt mit 10 bezeichneten Rotor, eine insgesamt mit 20 bezeichnete Arretierungseinrichtung sowie eine insgesamt mit 30 bezeichnete Bremsanlage. Der Rotor 10 weist insgesamt drei von einer Rotornabe 12 bzgl. der Rotorachse 14 radial abstehende Rotorflügel 16 auf. Drehfest mit der Rotorachse 14 verbunden ist eine koaxial zur Rotorachse angeordnete Arretierungsscheibe 22 der Arretierungseinrichtung 20. Die Arretierungsscheibe 22 ist von insgesamt sechs Ausnehmungen 24 durchsetzt. Die Zentren der Ausnehmungen 24 liegen auf einer koaxial zur Rotorachse 14 verlaufenden Kreislinie. Zusätzlich zu der Arretierungsscheibe 22 umfaßt die Arretierungseinrichtung 20 auch noch einen Arretierungsbolzen 26, welcher in vorgegebenen Rotor-Drehstellungen in die Ausnehmungen 24 einsetzbar ist, indem der Bolzen 26 in der durch den Pfeil 28 angedeuteten Einschubrichtung parallel zur Rotorachse 14 verschoben wird. Der Arretierungsbolzen 26 ist bzgl. Drehungen um die Rotorachse 14 arretiert und stützt sich an einer schematisch bei 28 angedeuteten Rahmenkonstruktion ab.

Die Bremsanordnung 30 umfaßt eine drehfest mit der Rotorachse 14 verbundene und koaxial dazu angeordnete Bremsscheibe 32 sowie insgesamt mit 34 bezeichnete Bremsbacken. Die Bremsbacken 34 sind parallel zur Rotorachse 14 verschiebbar und bzgl. Drehungen um die Rotorachse 14 arretiert, indem sie sich bei 36 an der Rahmenkonstruktion abstützen. Zur Arretierung des Rotors 10 wird bei Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens der Rotor mit einer aerodynamischen oder der mechanischen Bremse 30 in eine solche Rotor-Drehstellung abgebremst, indem der Arretierungsbolzen 26 in eine der Ausnehmungen 24 eingeschoben werden kann. Die Rotor-Drehposition wird erkannt über eine Marke an der Arretierungsscheibe 22 und einen Positionsgeber. Sobald der Rotor in der vorgegebenen Soll-Drehstellung stillsteht, wird der Arretierungsbolzen 26 in die Arretier-

scheibe 22 automatisch hydraulisch eingefahren. Die Position des Arretierbolzens 26 (nicht arretiert/arretiert) wird über Positionsschalter überwacht. Sobald der Bolzen teilweise in die entsprechende Ausnehmung 24 eingefahren ist, wird die mechanische Bremse 30 geöffnet und der Bolzen kann über einen leichten Konus mittels Hydraulikkraft komplett in die Ausnehmung 24 eingeschoben werden. Hat der Bolzen seine Endlage erreicht, wird dieses über einen Positionsschalter (nicht dargestellt) erfaßt und der Prozeß als abgeschlossen an eine zentrale Steuereinrichtung (nicht dargestellt) gemeldet.

Auf diese Weise wird eine automatische Arretierung des Rotors an der Windenergieanlage erreicht. Ein wesentlicher Vorteil der automatischen Rotorarretierung ist darin zu sehen, daß bereits über eine Fernsteuerung oder einen Schalter am Bedienpult im Turmfuß der Windenergieanlage die Anlage abgebremst und arretiert werden kann. Das Servicepersonal kann anschließend die Anlage und auch die Rotornabe betreten, ohne weitere Arretierungsarbeiten ausführen zu müssen. Das erhöht die Sicherheit für das Wartungspersonal und erspart Arbeitszeit.

Die heute immer größer werdenden Anlagenleistungen und Rotordurchmesser machen immer stärkere und damit schwerere Arretiervorrichtungen erforderlich. Eine manuelle Betätigung und insbesondere auch manuelle Positionierung der Arretierscheibe ist für das Servicepersonal ausgesprochen schwierig, zumal der Rotor komplett stillstehen muß, bevor die Arretierung eingelegt wird. Sollte sich der Rotor beim Einlegen noch leicht drehen, so kann die Arretiervorrichtung aufgrund der großen Trägheitsmasse im drehenden System beschädigt werden. Ein Schaden, der nicht selten vorkommt.

Dieses Problem wird durch die automatische Arretierung unter Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens gelöst.

Bei dem Einsatz auf See (offshore) ist die Zugänglichkeit der Windenergieanlagen durch See- und Eisgang eingeschränkt. Teilweise werden die Anlagen mit Hubschraubern angefliegen und Servicepersonal auf den Gondeldächern (Maschinenhaus) abgesetzt. Diese Manöver sind äußerst risikoreich, wenn sich die Windbedingungen durch einen leicht drehenden Rotor ständig ändern. Ein sicher arretierter Rotor, der unter Einsatz einer Fernsteuerung und des erfindungsgemäßen Verfahrens ohne direkten Einsatz von Servicepersonal möglich ist, erhöht die Arbeitssicherheit. Dabei kann die Arretierung nur über einen Fernwirkbefehl mit einem automatisierten System eingeleitet werden.



## ANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Betreiben einer Windenergieanlage, bei dem ein Rotor der Windenergieanlage abgebremst und in einer Soll-Drehstellung bzgl. Drehungen um die Rotorachse arretiert wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehstellung des Rotors bzgl. der Rotorachse in der Soll-Drehstellung erfaßt, der Rotor in der Soll-Drehstellung angehalten und vorzugsweise die Arretierung bei Erreichen der Soll-Drehstellung automatisch eingeleitet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehstellung des Rotors unter Verwendung einer Markierung und eines Positionsgebers erfaßt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zum Arretieren ein drehfest mit dem Rotor verbundenes Arretierungselement mit einem bzgl. Drehungen um die Rotorachse arretierten weiteren Arretierungselement in Eingriff gebracht wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Arretierungselement eine vorzugsweise konzentrisch zur Rotorachse angeordnete und von mindestens einer Ausnehmung durchsetzte Scheibe aufweist und zum Arretieren das weitere Arretierungselement in Form eines sich etwa parallel zur Rotorachse erstreckenden Arretierungsbolzens etwa parallel zur Rotorachse und vorzugsweise hydraulisch in die Ausnehmung eingeschoben wird, wobei sich der Arretierungsbolzen vorzugsweise an einer Rahmenkonstruktion der Windenergieanlage abstützt.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor vorzugsweise mechanisch abgebremst und die Bremse gelöst wird, sobald das weitere Arretierungselement in Eingriff gelangt mit dem drehfest mit dem Rotor verbundenen Arretierungselement.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Lage des Arretierungselementes und/oder des weiteren Arretierungselementes erfaßt und der Arretierungsvorgang und/oder der Rotor-Bremsvorgang in Abhängigkeit von der erfaßten Lage gesteuert wird.

7. Windenergieanlage zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einem bzgl. einer Rotorachse drehbaren Rotor und einer zum Arretieren des Rotors in einer Soll-Drehstellung bzgl. der Rotorachse betreibbaren Arretierungseinrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß die Arretierungseinrichtung zum automatischen Arretieren des Rotors bei Erreichen der Soll-Drehstellung betreibbar ist.
8. Windenergieanlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Arretierungseinrichtung eine zum Erfassen der Soll-Drehstellung des Rotors und zum Erzeugen eines entsprechenden Erfassungssignals betreibbare Erfassungseinrichtung zugeordnet ist und die Arretierungseinrichtung ansprechend auf das Erfassungssignal zum automatischen Arretieren des Rotors betreibbar ist.
9. Windenergieanlage nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassungseinrichtung einen Positionsgeber und/oder eine drehfest mit dem Rotor verbundene Markierung aufweist.
10. Windenergieanlage nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Arretierungseinrichtung ein drehfest mit dem Rotor verbundenes Arretierungselement und eine bzgl. Drehungen um die Rotorachse arretiertes Arretierungselement aufweist, wobei die Arretierungselemente in Eingriff miteinander gebracht werden können.
11. Windenergieanlage nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Arretierungselement eine coaxial zur Rotorachse verlaufende und von mindestens einer Ausnehmung durchsetzte Scheibe aufweist und das weitere Arretierungselement einen mit der Ausnehmung in Eingriff überführbaren Bolzen umfaßt.
12. Windenergieanlage nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Bolzen in einer vorzugsweise parallel zur Rotorachse verlaufenden Einführriechung von einer Freigabestellung in eine Arretierungsstellung, in der er in der die Scheibe durchsetzenden Ausnehmung aufgenommen ist, verschiebbar ist.
13. Windenergieanlage nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Querschnitt des Bolzens in einer senkrecht zur Bolzenachse verlaufenden Schnittebene längs eines in der Freigabestellung dem Arretierungselement zugewandten Endabschnitts vorzugsweise konisch verjüngt.

14. Windenergieanlage nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Bolzen hydraulisch verschiebbar ist.
15. Windenergieanlage nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Arretierungseinrichtung mindestens eine zum Erfassen der Position mindestens eines Arretierungselementes betreibbare Positionserfassungseinrichtung zugeordnet ist.
16. Windenergieanlage nach einem der Ansprüche 7 bis 15, gekennzeichnet durch eine Steuereinrichtung, mit der der Arretierungsvorgang in Abhängigkeit von der mit der Erfassungseinrichtung erfaßten Rotor-Drehstellung und/oder der mit der Positionserfassungseinrichtung erfaßten Lage des Arretierungselementes steuerbar ist.
17. Windenergieanlage nach einem der Ansprüche 7 bis 16, gekennzeichnet durch eine Bremsanordnung zum Abbremsen der Rotordrehung.
18. Windenergieanlage nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremsanordnung mit der Steuereinrichtung in Abhängigkeit von der mit der Positionserfassungseinrichtung erfaßten Lage des Arretierungselementes steuerbar ist.
19. Windenergieanlage nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung zum Betätigen der Bremsanordnung und/oder der Arretierungseinrichtung ansprechend auf ggf. drahtlos übertragene Befehlssignale betreibbar ist.
20. Arretierungseinrichtung für eine Windenergieanlage nach einem der Ansprüche 7 bis 19.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Windenergieanlage, bei dem ein Rotor der Windenergieanlage abgebremst und in einer Soll-Drehstellung bzgl. Drehungen um die Rotorachse arretiert wird, wobei die Drehstellung des Rotors bzgl. der Rotorachse in der Soll-Drehstellung erfaßt, der Rotor in der Soll-Drehstellung angehalten und vorzugsweise die Arretierung bei Erreichen der Soll-Drehstellung automatisch eingeleitet wird.

